



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

OCELOVÁ KONSTRUKCE TRIBUNY

STEEL CONSTRUCTION OF THE TRIBUNE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Matěj Laža

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MICHAL ŠTRBA, Ph.D.

BRNO 2019



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

A. HLAVNÍ DOKUMENT

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Matěj Laža

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MICHAL ŠTRBA, Ph.D.

BRNO 2019



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3607T009 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště	Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Matěj Laža
Název	Ocelová konstrukce tribuny
Vedoucí práce	Ing. Michal Štrba, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2018
Datum odevzdání	11. 1. 2019

V Brně dne 31. 3. 2018

prof. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Použity budou platné normy pro stanovení zatížení a navrhování ocelových konstrukcí, zejména:

- [1] ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- [2] ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- [3] ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem
- [4] ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem
- [5] ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [6] ČSN EN 1993-1-8 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-8: Navrhování styčníků

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

V rámci této práce bude navržena a posouzena ocelová konstrukce tribuny fotbalového stadionu v Brně. Minimální délka objektu bude 80 m, šířka alespoň 20 m a maximální výška alespoň 10 m. Další rozměry vyplynou z architektonických a koncepčních požadavků na objekt, přičemž konkrétní konstrukce bude vybrána na základě řešení dvou geometrických, resp. konstrukčních variant.

Předepsanými přílohami budou:

- statický výpočet hlavních nosných částí konstrukce, včetně spojů a některých detailů (dle specifikace vedoucího),
- technická zpráva (se zahrnutím postupu montáže),
- výkresová dokumentace, včetně výkazu prvků (v rozsahu stanoveném vedoucím práce).

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

Ing. Michal Štrba, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Cílem práce je navrhnout a posoudit ocelovou konstrukci zastřešení stávající betonové tribuny v Brně za Lužánkami. Půdorysný rozměr konstrukce je 100x25m. Hlavní vazbu tvoří 21 vazníků s rámovým spojem v osově vzdálenosti 5m, uložených čepovým spojem na betonové patce a podepřených na středovém sloupu. Střešní plášť je uložen na vaznicích z válcovaného I profilu. Byly navrženy a posouzeny dvě konstrukční varianty. Varianta A, kde hlavní vazník tvoří plnostěnný svařovaný profil a varianta B, kde hlavní vazník tvoří příhradová konstrukce. Jako výhodnější byla zvolena varianta B.

KLÍČOVÁ SLOVA

Tribuna, zastřešení, ocelová konstrukce, příhradová konstrukce, ztužidlo, příhradový sloup, plnostěnný nosník, čepový spoj, betonová patka.

ABSTRACT

The object of this thesis is to design and assess the roofing of concrete terraces on stadium Za Lužánkami in Brno. Rectangular plan of steel structure is 100x25 m. The main Girders are 5 m apart and are pin-supported. Girders are placed on concrete footings and supported by center columns. Roof cladding is connected with hot-rolled purlins. Two construction variants were designed and assessed. Variant A, where the main girders are made of welded beams (I shaped) and variant B, where the main girders are made of truss. Variant B was chosen as better option for this structure.

KEYWORDS

Steel structure, terraces, truss girder, beam, pin-supported, column, concrete footing.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. Matěj Laža *Ocelová konstrukce tribuny*. Brno, 2019. 27 s., 167 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Michal Štrba, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Ocelová konstrukce tribuny* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 9. 1. 2019

Bc. Matěj Laža
autor práce

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Ocelová konstrukce tribuny* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 9. 1. 2019

Bc. Matěj Laža
autor práce

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu diplomové práce Ing. Michalu Štrbovi Ph.D. za vedení diplomové práce, užitečné rady, nápady, ochotu, odbornou pomoc a čas věnovaný práci při konzultacích.

Seznam příloh

A. Hlavní dokument

B. Varianty

C. Technická zpráva

D. Statický výpočet

E. Výstup ze statického programu – varianta A

F. Výstup ze statického programu – varianta B

G. Výkresy

1. Půdorys střešní konstrukce

2. Boční pohled

3. Výkres kotvení

4. Montážní výkres vazníku

Seznam použitých zdrojů literatury

- [1] ČSN EN 1990 *Zásady navrhování konstrukcí*. Praha: Český normalizační institut. 2003, 72 s.
- [2] ČSN EN 1991-1-1 *Zatížení konstrukcí. Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb*. Praha: Český normalizační institut. 2003, 43 s.
- [3] ČSN EN 1991-1-3 *Zatížení konstrukcí. Část 1-3: Obecná zatížení – zatížení sněhem*. Praha: Český normalizační institut. 2004, 37 s.
- [4] ČSN EN 1991-1-4 *Zatížení konstrukcí. Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem*. Praha: Český normalizační institut, 2007, 124 s.
- [5] ČSN EN 1993-1-1 *Navrhování ocelových konstrukcí. – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*. Praha: Český normalizační institut, 2005, 213 s.
- [6] ČSN EN 1993-1-8 *Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-8: Navrhování styčníků*. Praha: Český normalizační institut, 2005, 126 s.
- [7] ČSN EN 1993-1-10 *Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-10: Houževnatost materiálu a vlastnosti napříč tloušťkou*. Praha: Český normalizační institut, 2006, 20s.
- [8] *Kovové konstrukce pozemních staveb*, MAREK, Pavel a kolektiv. Praha : 1985.
- [9] Kovové profily, spol. s.r.o. [online] – *Obloukové vlnité profily - plechy* [cit. 2019-01-08]. Dostupné z: <http://kovprof.cz/hlavni-stranka/vlnite-profily/obloukove-vlnite-profily/>
- [10] Spoje ocelových konstrukcí [online] – *Svary* [cit. 2019-01-08]. Dostupné z: <http://ocel.wz.cz/sortiment/svary.php>
- [11] Detaily ocelových konstrukcí [online] – *Vaznice* [cit. 2019-01-08]. Dostupné z: <https://detailyok.webnode.cz/halovy-objekt/stresni-konstrukce/vaznice>



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

B. VARIANTY

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Matěj Laža

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MICHAL ŠTRBA, Ph.D.

BRNO 2019

Obsah

Úvod.....	3
Varianty	3
Varianta A	3
Varianta B	4
Srovnání variant	5
Hmotnost	5
Nátěrová plocha	6
Estetické hledisko	6
Srovnání.....	6

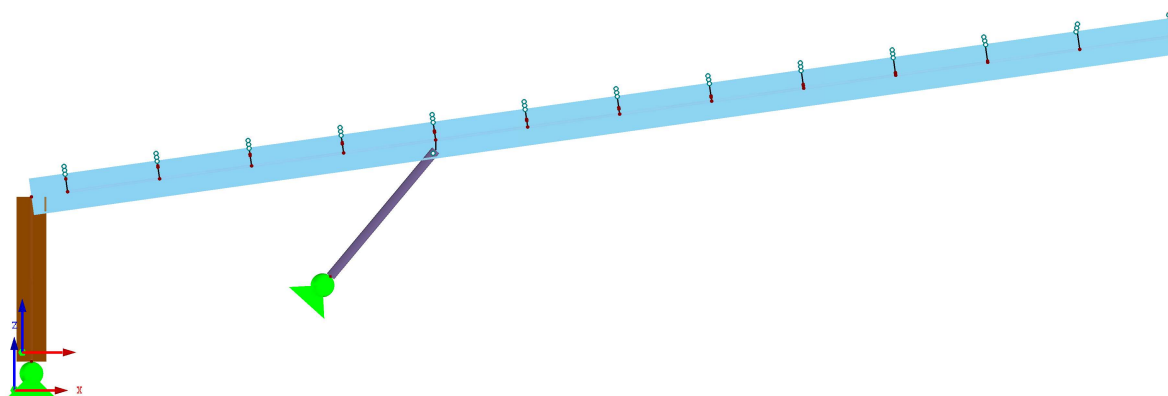
Úvod

Předmětem diplomové práce je navrhnout ocelovou konstrukci zastřešení stávající fotbalové tribuny v Brně za Lužánkami. Půdorysné rozměry betonové tribuny jsou 20x100m. Byly vypracovány dvě varianty (varianta A – plnostěnný vazník, varianta B – příhradový vazník). Pro vybranou variantu je vypracována výkresová dokumentace a vypočítány detaily, jako přípoje, kotvení a montážní spoje. Materiál nosné konstrukce tvoří ocel S355JR a S235JR. Před montáží ocelové konstrukce byla provedena diagnostika betonové části tribuny a ověřena únosnost pro zatížení od zastřešení a diváků.

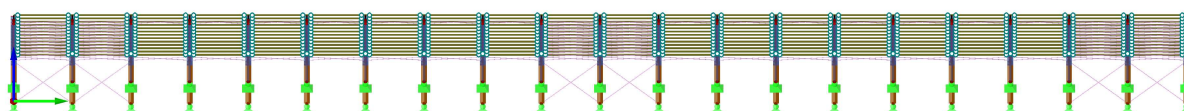
Varianty

Obě varianty tvoří 21 vazníků s rámovým spojem, podepřených středovým sloupem. Na vaznících je kloubově uložena vaznice profilu IPE 140, ocel S355JR.

Varianta A



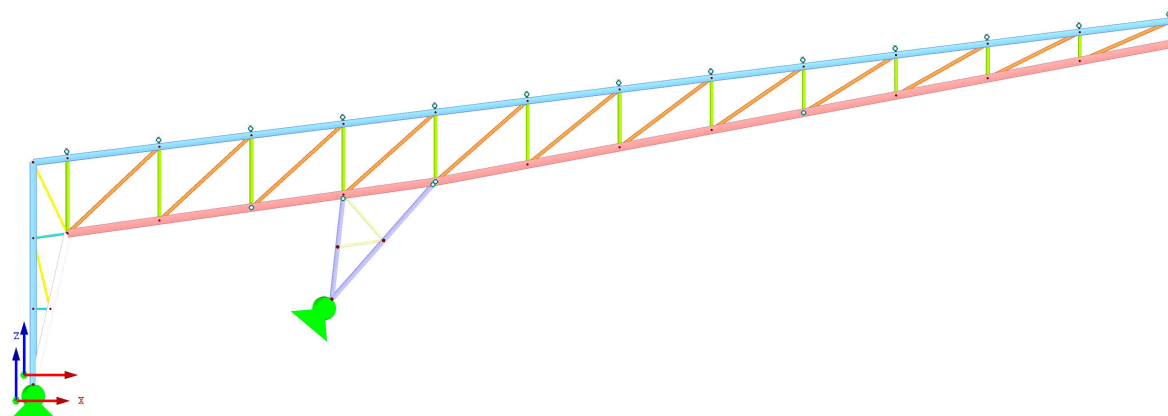
Obrázek 1 Boční pohled - varianta A



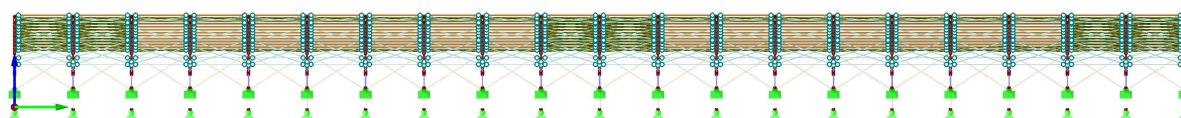
Obrázek 2 Čelní pohled - varianta A

Varianta A je tvořena plnostěnnými profily (svařované I profily) rozměru 800x500mm (střešní část vazníku) a 650x500mm (sloupová část vazníku) s rámovým spojem. Středový sloup má tvar průřezu duté čtvercové trubky QRO 200x200x8mm. Příčné vazby jsou od sebe osově vzdáleny 5m. Kloubově uložené vaznice jsou od sebe vzdáleny 2,02 m. Oba sloupy jsou uloženy kloubově na betonové patce (C20/25). Krajní sloup bude ukotven za betonovou tribunu, středový sloup bude kotven v prostoru hlediště. Tuhost konstrukce zajišťují střešní ztužidla, která jsou rozmístěna v prvních dvou polích, prostředních dvou a posledních dvou polích konstrukce. Podélná tuhost je zajištěna stěnovým ztužidlem u krajních sloupů a střešními ztužidly.

Varianta B



Obrázek 3 Boční pohled - varianta B



Obrázek 4 Čelní pohled - varianta B

Ve variantě B tvoří příčnou vazbu příhradové vazníky, kloubově uloženy na betonové patce (C20/25) a příhradovém středovém sloupu. Příhradovina je tvořena z dutých čtvercových průřezů QRO 150x150x8mm (horní pás), 180x180x6mm (dolní pás), 80x80x10mm (diagonály) a 80x80x7mm (svislíce). Příčné vazby jsou od sebe osově vzdáleny 5m. Tuhost konstrukce zajišťují ztužidla kruhového průřezu RO 70x3mm (vodorovné střešní ztužidlo a podélné svislé ztužidlo) a RO 48,3x3mm (stěnové ztužidlo).

Srovnání variant

Hmotnost

Varianta A			
Průřez	Celková délka (m)	Objem (m ³)	Hmotnost (t)
I 650/500/40/40/5	75,15	4,72	37,05
I 800/500/45/45/5	525,62	40,44	317,50
RO 70x2.9	73,78	0,04	0,30
RO 60.3x2.9	1078,50	0,56	4,43
QRO 200x200x8	74,90	0,44	3,48
IPE 140	1365,00	12,90	16,76

Celková hmotnost 379,52 tun.

Varianta B			
Průřez	Celková délka (m)	Objem (m ³)	Hmotnost (t)
QRO 150x150x8	696,63	3,02	23,62
QRO 180x180x6	512,33	2,08	16,41
QRO 80x80x10	633,17	1,56	12,21
QRO 80x80x7	323,30	0,58	4,77
QRO 100x100x6	119,81	0,25	2,03
QRO 50x50x3	142,05	0,06	0,48
RO 70x3	1690,36	1,07	8,38
RO 48,3x3	237,17	0,10	0,80
IPE 140	1365,00	2,20	16,77

Celková hmotnost 85,47 tun

Nátěrová plocha

Varianta A	
Průřez	Celková plocha (m ²)
I 650/500/40/40/5	241,97
I 800/500/45/45/5	1844,93
RO 70x2.9	13,98
RO 60.3x2.9	204,31
QRO 200x200x8	64,49
IPE140	715,00

Varianta B	
Průřez	Celková plocha (m ²)
QRO 150x150x8	397,08
QRO 180x180x6	358,63
QRO 80x80x10	175,38
QRO 80x80x7	93,76
QRO 100x100x6	45,53
QRO 50x50x3	26,99
RO 70x3	371,72
RO 48,3x3	35,99
IPE 140	715,00

U varianty A byla celková nátěrová plocha vyměřena na **3077,9m²**, u varianty B **2220,1m²**.

Estetické hledisko

Z vlastního pohledu se přikláním k **variantě B**, tedy variantě příhradového vazníku, která na mě působí elegantnějším dojmem.

Srovnání

Kritérium	Varianta A	Varianta B
Hmotnost (t)	379,52	85,47
Nátěrová plocha (m ²)	3077,9	2220,1
Estetická funkce	-	+

Jako finální varianta byla vybrána varianta B, tedy příhradová konstrukce, která se jeví jako výhodnější ve všech kritériích, která rozhodovala o výběru.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

C. TECHNICKÁ ZPRÁVA

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Matěj Laža

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MICHAL ŠTRBA, Ph.D.

BRNO 2019

Obsah

Základní údaje	3
Normativní dokumenty	3
Popis konstrukce.....	4
Kotvení.....	4
Střešní plášť	5
Vaznice	6
Vazníky – střešní část	6
Vazníky – sloupová část	7
Středový sloup.....	7
Ztužidla	8
Výpis materiálů a prvků	8
Montáž	9
Povrchová úprava	9
Doprava	10
Údržba	10

Základní údaje

Název stavby:	Ocelová konstrukce tribuny
Místo stavby:	Brno, Za Lužánkami
Kraj:	Jihomoravský
Investor:	město Brno
Vypracoval:	Bc. Matěj Laža

Normativní dokumenty

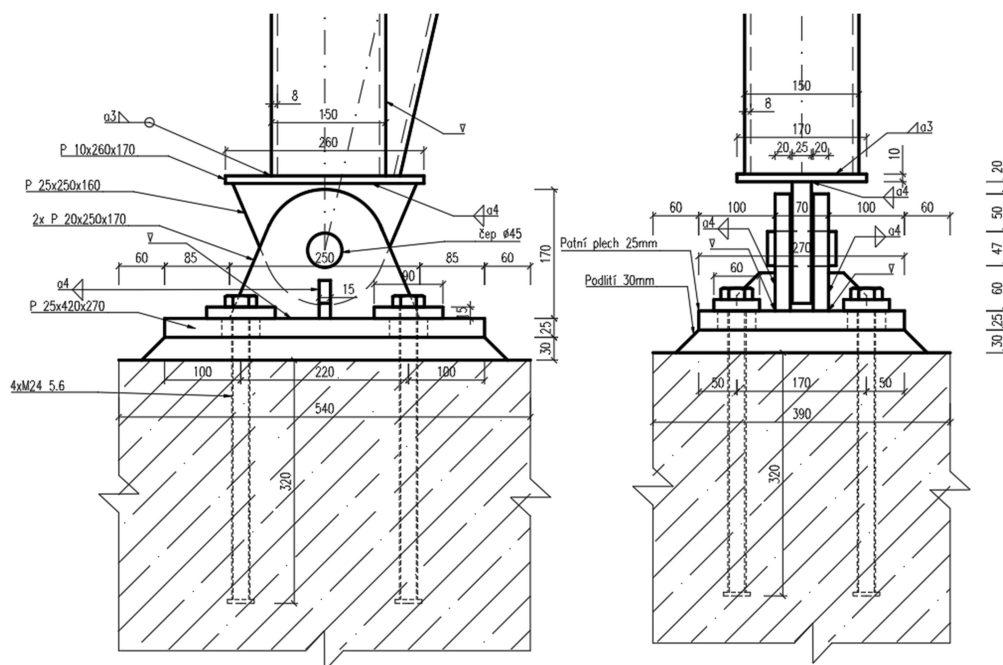
Konstrukce je navržena v souladu s normativními dokumenty:

ČSN EN 1990 Eurokód:	Zásady navrhování konstrukcí
ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1:	Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1:	Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem
ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1:	Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem
ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3:	Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 1993-1-8 Eurokód 3:	Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-8: Navrhování styčníků

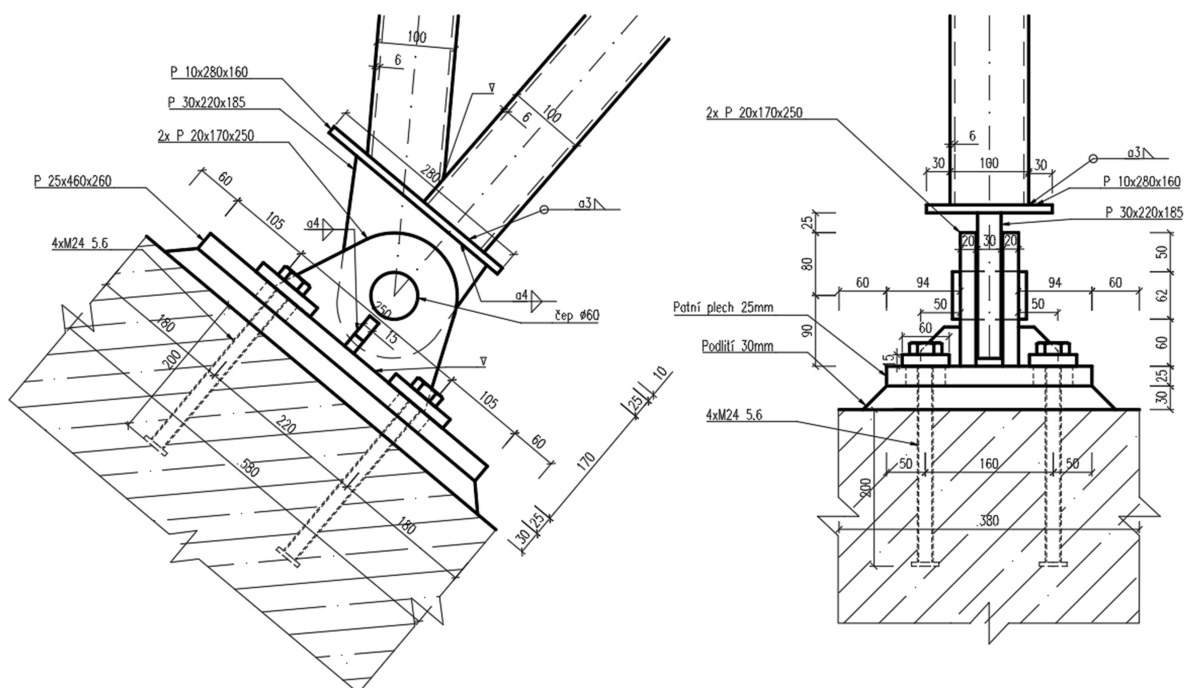
Popis konstrukce

Kotvení

Hlavní vazník je kotven na betonovou patku C20/25 (výkresová dokumentace - K1), která je umístěna za betonovým hledištěm. Do betonových patek jsou při betonáži osazeny kotvy M24 5.6, kterými je kotven patní plech s přivařenými ocelovými plechy, které tvoří čepový spoj. Ve třetině rozpětí je vazník kloubově spojen se středovým příhradovým sloupem, který je kotven na betonovou patku C20/25 (výkresová dokumentace - K2). Patka je umístěna v hledišti v nejvyšším bodě betonové konstrukce. Do patky budou při montáži zabetonovány čtyři kotvy M24 5.6, na které bude, stejně jako u kotvení K1, osazen čepový spoj.



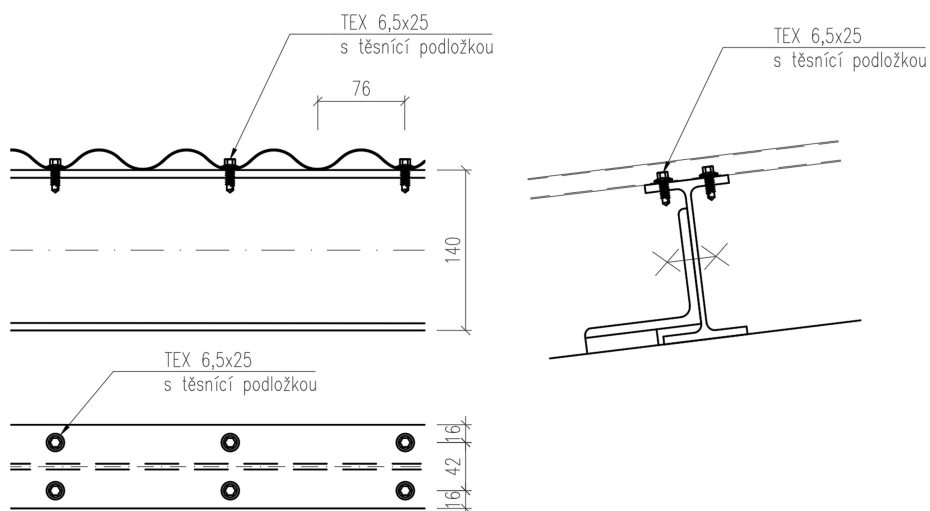
Obrázek 1 Kotvení K1 (krajní sloupy)



Obrázek 2 Kotvení K2 (středový sloup)

Střešní plášť

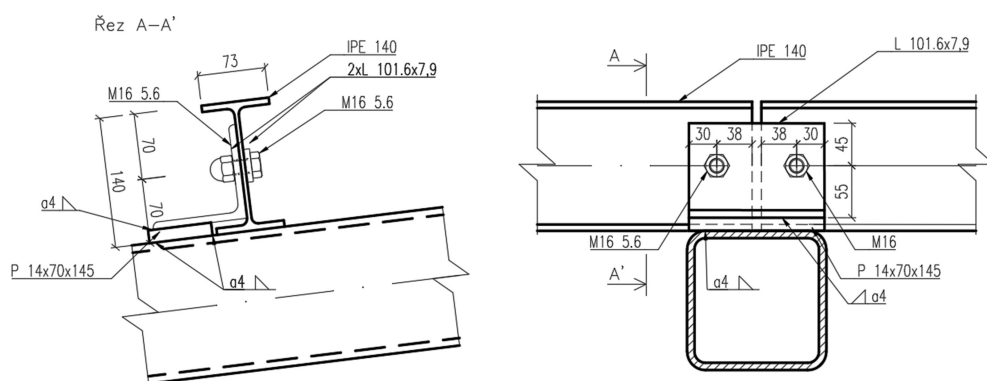
Střešní plášť profilu SP 18/76 bude uložen na vaznice válcovaného profilu. Střešní plášť bude kotven v každé druhé vlně dvěma samořeznými šrouby s šestihrannou hlavou TEX 5,6x25 A2 s těsnící podložkou.



Obrázek 3 Uložení střešního pláště

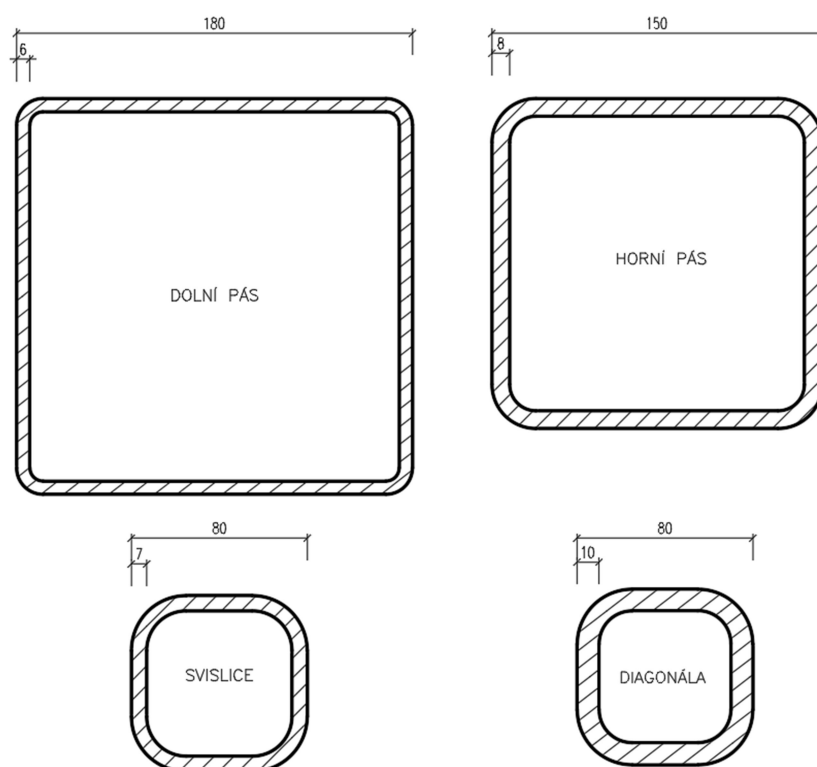
Vaznice

Vaznice válcovaného profilu IPE 140 jsou kloubově uloženy na horním pásu příhradového vazníku. Osová vzdálenost vaznic je 2,02m. Kloubové uložení zajišťuje šroub M16 5.6, kterým je vaznice spojena s ocelovým „L“ profilem 101,6x7,9mm (S235JR). Ocelový „L“ profil je ze spodní strany svařen s podkladním plechem, který je přivařen k hornímu pásu příhradového vazníku.



Obrázek 4 Uložení vaznice na horní pás

Vazníky – střešní část



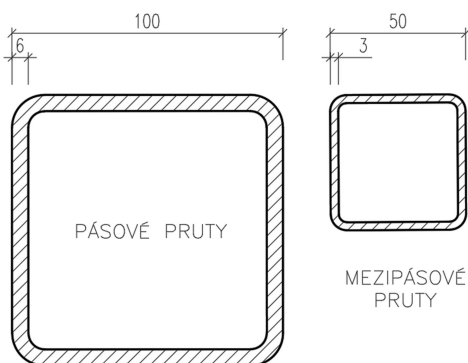
Střešní část vazníku (vodorovná část) je tvořena celkem čtyřmi průřezy. Jedná se o duté čtvercové trubky (S355JR) průřezů 180x180x6mm, 150x150x8mm, 80x80x10mm a 80x80x7mm. Na průběžné pásové pruty jsou přivařeny koutovými svary mezipásové pruty. V místě montážních spojů jsou diagonály připojeny ke styčníku pomocí šroubových spojů.

Vazníky – sloupová část

Krajní část vazníku, která tvoří příhradový sloup, je zhotovena ze čtvercových dutých profilů QRO 150x150x8mm. Mezipásové pruty tvoří průřezy QRO 50x50x3mm. Sloupová část je rozdělena v místě dolního pásu vodorovné části vazníku, kde je horní a dolní pás sloupové části svařen s dolním pásem vazníku. Tento detail tvoří rámové spojení sloupové a střešní části vazníku.

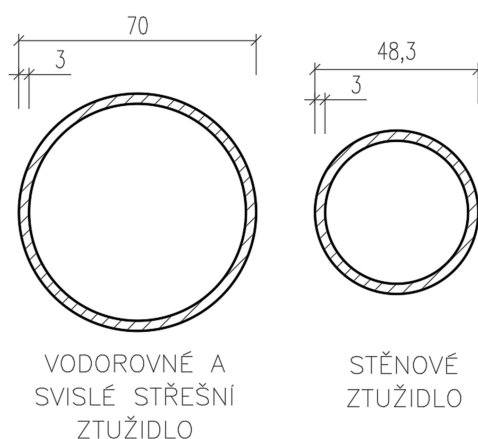
Středový sloup

Středový příhradový sloup je stejně jako zbytek konstrukce tvořen z čtvercových dutých průřezů. Horní a dolní pás sloupu je kloubově připojen k dolnímu pásu vazníku šroubovým spojem. Na spodní straně je kloubově uložen na betonové patce v prostoru hlediště, kde je vytvořen čepový spoj. Středový příhradový sloup tvoří jeden montážní celek.



Ztužidla

Ztužidlový systém tvoří kruhové duté průřezy RO 70x3mm (vodorovné střešní ztužidlo a svislé podélné ztužidlo) a RO 48,3x3mm (stěnové ztužidlo). Střešní ztužidla jsou kloubově spojena s horním pásem příhradového vazníku, stěnová ztužidla jsou kloubově spojena s horním pásem sloupové části vazníku a podélná svislá ztužidla jsou kotvena kloubově v horním a dolním pásu střešní části příhradového vazníku.



Výpis materiálů a prvků

Průřez	Materiál	Počet prutů	Celková délka (m)	Hmotnost (t)
QRO 150x150x8	S355 JR	378	696,63	23,62
QRO 180x180x6	S355 JR	252	512,33	16,41
QRO 80x80x10	S355 JR	252	633,17	12,21
QRO 80x80x7	S355 JR	273	323,30	4,77
QRO 100x100x6	S355 JR	84	119,81	2,03
QRO 50x50x3	S355 JR	126	142,05	0,48
RO 70x3	S355 JR	324	1690,36	8,38
RO 48,3x3	S355 JR	40	237,17	0,80
IPE 140	S355 JR	273	1365,00	16,77

Celková hmotnost konstrukce je 85,47 tun.

Montáž

Před osazením ocelové konstrukce je nutné vybetonovat patky. Řada betonových patek krajních sloupů za betonovou tribunou současně s řadou patek na betonové tribuně. Celkově se jedná o 42 betonových patek, dle výkresu kotvení K1 a K2. Při betonáži budou do patek zabetonovány ocelové kotvy M24 5.6 s kotevní podložkou dle výše zmíněného výkresu.

Následně bude osazen středový vazník (osa K), konkrétně montážní celek č. 1,2 a 3, bude podepřen a poté vedlejší vazník (osa J). Mezi těmito dvěma vazníky budou osazena ztužidla a následně bude odstraněno podepření. Montáž bude probíhat od středu směrem ke krajům konstrukce a po osazení všech vazníků a ztužidel mezi nimi budou domontovány montážní celky č. 4.

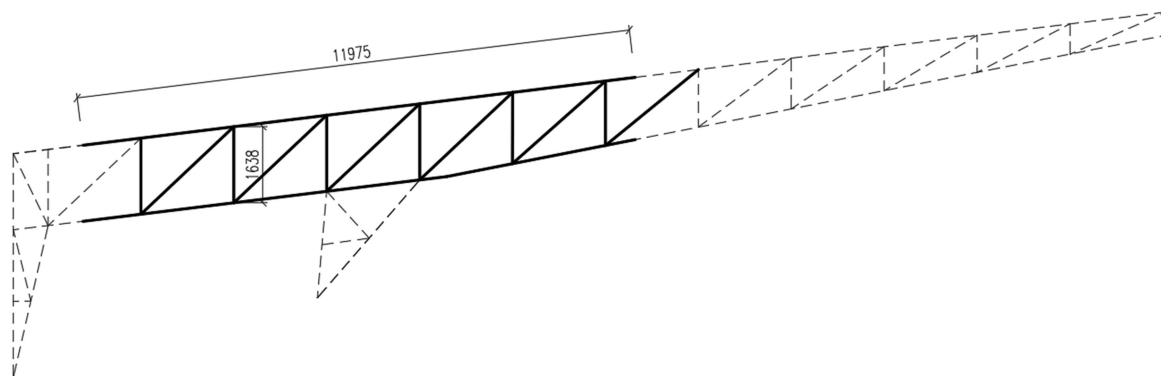
Po zhotovení nosné konstrukce bude osazen střešní plášť SP 18/76, v každé druhé vlně bude ukotven k pásnici vaznice dvěma samořeznými šrouby 6,5x25 s těsnicí podložkou.

Povrchová úprava

Všechny nátěry musí být provedeny v souladu s platnými normami. Základní nátěr SikaCor Zinc R tl. 80µm, mezivrstva SikaCor EG-1 tl. 135µm a vrchní nátěr SikaCor EG-5 tl. 100µm, barva RAL 9006.

Doprava

Konstrukce je rozčleněna na čtyři montážní celky, s ohledem na snadnou dopravu a manipulaci. Nejdelší montážní celek je celek č. 3.



Obrázek 5 Montážní celek č. 13

Nejdelší celek č. 3 má rozměr 11,98x1,64m, může být tedy dopraven kamionem se standardním úložným prostorem. Hmotnost montážního celku je cca 1,1 tuny.

Údržba

Nutno zajistit kontroly hlavní nosné konstrukce a spojů alespoň 1x ročně. O každé kontrole bude zapsán záznam. Při zjištění závady je nutné co nejrychleji daný problém odstranit.